

Sistem perpipaan plastik - Pipa polietilena (PE) dan fiting untuk sistem penyediaan air minum – Bagian 1: Umum

(ISO 4427-1:2007, MOD)



© BSN 2015

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Istilah, definisi, symbol dan singkatan	2
4 Bahan	6
5 Dampak pipa yang digunakan terhadap kualitas air.....	11
Lampiran A (informatif) Koefisien pengurangan tekanan	12
Lampiran B (informatif) Ketahanan terhadap perambatan retak cepat.....	13
Lampiran C (informatif) Deviasi teknis dan penjelasannya.....	15
Bibliografi	19



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 4829.1:2015, *Sistem perpipaan plastik - Pipa Polietilena (PE) dan fitting untuk sistem penyediaan air minum - Bagian 1: Umum*, merupakan adopsi modifikasi dari ISO 4427-1:2007 *Plastics piping systems – polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply – Part 1: General*, dan merevisi SNI 4829.1:2012.

SNI ini terdiri dari 4 judul yang masing-masing terkait, yaitu:

- Bagian 1: Umum
- Bagian 2: Pipa
- Bagian 3: Fiting
- Bagian 5: Ketepatan penggunaan dalam sistem

Pada standar ini dilakukan penambahan dan/atau pengurangan, penggantian serta penyesuaian pada pendahuluan; ruang lingkup; acuan normatif; istilah, definisi, simbol, dan singkatan; bahan; lampiran A dan penambahan Lampiran C. Secara rinci daftar penyimpangan teknis dan penjelasannya disajikan pada Lampiran C. Khusus untuk PE 40 dan PE 63 tidak diproduksi dan digunakan lagi karena kualitasnya rendah dan memiliki resiko pemakaian besar terutama untuk temperatur tinggi serta bahan bakunya sudah sulit untuk dicari.

Standar ini disusun oleh Komite Teknis 83-01 Industri Karet dan Plastik dan telah dibahas dalam rapat konsensus lingkup Komite Teknis di Jakarta pada tanggal 22 Juni 2015 yang dihadiri oleh wakil dari produsen, konsumen, tenaga ahli, Asosiasi dan peneliti serta instansi teknis terkait lainnya. SNI ini juga telah melalui konsensus nasional yaitu jajak pendapat pada tanggal 18 Agustus 2015 sampai dengan 16 Oktober 2015.

Pendahuluan

SNI *Spesifikasi pipa polietilena dan sambungannya untuk penyediaan air minum* merupakan standar sistem, yang menetapkan persyaratan untuk sistem perpipaan dan komponen-komponennya yang terbuat dari bahan polietilena (PE). Sistem perpipaan ini dimaksudkan untuk digunakan bagi penyediaan air yang dikonsumsi oleh manusia termasuk pengaliran air baku sebelum pengolahan air dan air untuk kebutuhan umum.

Untuk menghindari pengaruh buruk yang berpotensi terhadap kualitas air untuk dikonsumsi manusia akibat penggunaan standar ini, maka berlaku ketentuan sebagai berikut:

- a) Standar ini tidak menyediakan informasi penggunaan produk tanpa batasan;
- b) Peraturan perundang-undangan lainnya terkait penggunaan dan/atau sifat-sifat dari produk ini juga berlaku.

Standar ini disusun dengan memperhatikan Peraturan yang berlaku (pada saat standar ini diterbitkan Peraturan yang berlaku adalah PP Nomor 16 tahun 2005 tentang Pengembangan Sistem Penyediaan Air Minum dan Permenkes RI No.492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum).



Sistem perpipaan plastik – Pipa polietilena (PE) dan fitting untuk sistem penyediaan air minum – Bagian 1: Umum

1 Ruang lingkup

Standar ini menetapkan aspek umum dari sistem perpipaan polietilena (PE) baik untuk jaringan distribusi utama dan pipa pelayanan, yang dimaksudkan untuk mengalirkan air minum, air baku, dan air untuk berbagai keperluan.

Standar ini juga menetapkan parameter uji dan metode pengujian sesuai peruntukannya.

Standar ini berlaku untuk pipa PE, fitting, sambungan (*joints*), dan penyambungan mekanis dengan komponen bahan lain, yang digunakan dalam kondisi sebagai berikut:

- tekanan operasi maksimum (*maximum operational pressure*) sampai dan sama dengan 25 bar¹⁾;
- temperatur operasi 20 °C dijadikan sebagai temperatur acuan.

CATATAN 1 Penerapan operasi pada temperatur konstan lebih besar dari 20 °C dan sampai dengan 40 °C, harus melihat Lampiran A.

CATATAN 2 Standar ini mencakup berbagai tekanan operasi maksimum dan memberikan persyaratan tentang bahan baku, warna, dan aditif. Pembeli atau pengguna bertanggung jawab atas pilihannya berdasarkan aspek-aspek ini, dengan mempertimbangkan persyaratan khusus serta pedoman atau peraturan pemerintah yang terkait termasuk praktek dan standar pemasangannya.

2 Acuan normatif

Dokumen acuan berikut sangat diperlukan untuk penggunaan dokumen ini. Untuk acuan bertanggal, hanya edisi tersebut yang digunakan. Untuk acuan tidak bertanggal, acuan dengan edisi terakhir yang digunakan (termasuk semua amandemennya)

SNI 7593, *Polietilena massa jenis tinggi (high density polyethylene/HDPE) untuk bahan baku pipa air minum*

SNI 4829.2:2015, *Sistem perpipaan plastik – Pipa polietilena (PE) dan fitting untuk sistem penyediaan air minum - Bagian 2: Pipa*

ASTM D 1238, *Standard Test Method for Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer*

DIN EN 12099, *Plastics piping systems — Polyethylene piping materials and components — Determination of volatile content*

ISO 3:1973, *Preferred numbers — Series of preferred numbers*

ISO 472, *Plastics – Vocabulary*

ISO 1043-1, *Plastics – Symbols and abbreviated terms – Part 1: Basic polymers and their special characteristics*

ISO 1133-1, *Plastics — Determination of the melt mass-flow rate (MFR) and melt volume-flow rate (MVR) of thermoplastics — Part 1: Standard method*

1) 1 bar = 0,1 MPa = 10⁵ Pa; 1 MPa = 1 N/mm²

- ISO 1167-1, *Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids — Determination of the resistance to internal pressure — Part 1: General method*
- ISO 1167-2, *Thermoplastics pipes, fittings and assemblies for the conveyance of fluids — Determination of the resistance to internal pressure — Part 2: Preparation of pipe test pieces*
- ISO 1183-2, *Plastics — Methods for determining the density of non-cellular plastics — Part 2: Density gradient column method*
- ISO 4065:1996, *Thermoplastics pipes — Universal wall thickness table*
- ISO 6259-1:1997, *Thermoplastics pipes — Determination of tensile properties — Part 1: General test method*
- ISO 6259-3:1997, *Thermoplastics pipes — Determination of tensile properties — Part 3: Polyolefin pipes*
- ISO 6964:1986, *Polyolefin pipes and fittings — Determination of carbon black content by calcination and pyrolysis — Test method and basic specification*
- ISO 9080, *Plastics piping and ducting systems — Determination of the long-term hydrostatic strength of thermoplastics materials in pipe form by extrapolation*
- ISO 11357-6:2002, *Plastics — Differential scanning calorimetry (DSC) — Part 6: Determination of oxidation induction time*
- ISO 11414, *Plastics pipes and fittings — Preparation of polyethylene (PE) pipe/pipe or pipe/fitting test piece assemblies by butt fusion*
- ISO 12162, *Thermoplastics materials for pipes and fittings for pressure applications — Classification and designation — Overall service (design) coefficient*
- ISO 13479:1997, *Polyolefin pipes for the conveyance of fluids — Determination of resistance to crack propagation — Test method for slow crack growth on notched pipes (notch test)*
- ISO 13761:1996, *Plastics pipes and fittings — Pressure reduction factors for polyethylene pipeline systems for use at temperatures above 20 °C*
- ISO 13953:2001, *Polyethylene (PE) pipes and fittings — Determination of the tensile strength and failure mode of test pieces from a butt-fused joint*
- ISO 13954, *Plastics pipes and fittings — Peel decohesion test for polyethylene (PE) electrofusion assemblies of nominal outside diameter greater than or equal to 90 mm*
- ISO 16871, *Plastics piping and ducting systems — Plastics pipes and fittings — Method for exposure to direct (natural) weathering*
- ISO 18553, *Method for the assessment of the degree of pigment or carbon black dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds*
- ISO 15512, *Plastics — Determination of water content*

3 Istilah, definisi, symbol dan singkatan

3.1 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan dari standar ini, istilah dan definisi diberikan dalam ISO 3, ISO 472 dan ISO 14031-1, dan termasuk beberapa hal berikut ini.

3.1.1 Karakteristik geometris

3.1.1.1

ukuran nominal (DN)

penamaan numerik untuk ukuran komponen, yang merupakan bilangan bulat kira-kira sama dengan dimensi pabrikan dalam milimeter (mm)

3.1.1.2

ukuran nominal (DN/OD)

ukuran nominal yang terkait dengan diameter luar

3.1.1.3

diameter luar nominal (d_n)

diameter luar pipa, ditetapkan untuk ukuran nominal DN/OD, dalam millimeter

3.1.1.4

diameter luar pipa pada setiap titik pengukuran (d_e)

hasil pengukuran setiap diameter luar pada suatu penampang pipa (dibulatkan menjadi satu angka dibelakang koma), dalam millimeter

3.1.1.5

diameter luar rata-rata pipa (d_{em})

hasil bagi keliling diameter luar pipa atau ujung spigot dari sambungan dalam setiap penampang dengan π ($= 3,142$), dibulatkan menjadi satu angka dibelakang koma, dalam millimeter

3.1.1.6

diameter luar minimum rata-rata ($d_{em \min}$)

nilai minimum dari diameter luar seperti yang disyaratkan untuk ukuran nominal

3.1.1.7

diameter luar maksimum rata-rata ($d_{em \max}$)

nilai maksimum dari diameter luar seperti yang disyaratkan dan diberikan untuk ukuran nominal, dalam millimeter

3.1.1.8

out-of-roundness atau ovalitas

perbedaan antara diameter luar maksimum dan diameter luar minimum dalam penampang yang sama pada pipa atau ujung spigot

3.1.1.9

tebal dinding nominal pipa (e_n)

tebal dinding pipa, yang merupakan bilangan bulat kira-kira sama dengan dimensi pabrikan, dalam millimeter

3.1.1.10

tebal dinding pada setiap titik pengukuran (e)

hasil pengukuran tebal dinding pipa pada setiap titik pengukuran

3.1.1.11

tebal dinding minimum pada setiap titik pengukuran (e_{\min})

nilai minimum tebal dinding pada setiap titik pengukuran

3.1.1.12**tebal dinding maksimum pada setiap titik (e_{\max})**

nilai maksimum tebal dinding pada setiap titik pengukuran

3.1.1.13**tebal dinding rata-rata (e_m)**

rata-rata aritmatik dari sejumlah pengukuran dengan jarak teratur di sekeliling komponen dalam penampang yang sama, termasuk nilai pengukuran minimum dan maksimum dari ketebalan dinding

3.1.1.14**seri pipa (S)**

suatu nilai/angka tanpa dimensional untuk penyebutan pipa sesuai dengan ISO 4065:1996

CATATAN Hubungan antara seri pipa, S, dan rasio dimensi standar, SDR, ditunjukkan dengan persamaan berikut:

$$S = \frac{SDR - 1}{2}$$

Keterangan:

S : seri pipa (tidak bersatuan)
SDR : rasio dimensi standar (tidak bersatuan)

3.1.1.15**rasio dimensi standar pipa (*standard dimension ratio/SDR*)**

rasio antara diameter luar nominal pipa, d_n , terhadap tebal dinding nominal, e_n

3.1.1.16**toleransi**

variasi perbedaan antara nilai maksimum dan minimum yang diizinkan

3.1.1.17**kompon**

campuran bahan dasar dan aditif dalam pembuatan polietilena berbentuk butiran atau pelet

3.1.2 Hal-hal yang berhubungan dengan kondisi pelayanan**3.1.2.1****tekanan nominal (PN)**

suatu desain numerik tekanan pipa yang berhubungan dengan sifat mekanik dari komponen-komponen suatu sistem perpipaan

CATATAN Untuk sistem perpipaan plastik yang mengalirkan air, tekanan nominal mengacu pada tekanan operasi kontinu maksimum, yang dinyatakan dalam bar, dan dapat digunakan untuk air pada 20 °C, berdasarkan pada koefisien desain minimum.

3.1.2.2**tekanan operasi maksimum (*maximum operating pressure/MOP*)**

tekanan kerja efektif maksimum fluida dalam sistem perpipaan, dinyatakan dalam bar

Dalam hal ini karakteristik fisika dan mekanis dari komponen dalam sistem perpipaan perlu dipertimbangkan.

CATATAN MOP dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$MOP = \frac{20 (MRS)}{C \times [(SDR) - 1]}$$

Keterangan:

MOP : tekanan maksimum operasi (bar)
SDR : rasio dimensi standar (tidak bersatuan)
MRS : syarat kekuatan minimum (MPa)

3.1.2.3

tekanan operasi yang diizinkan (PFA)

tekanan hidrostatik maksimum dimana komponen mampu menahan tekanan secara terus menerus dalam pelayanan

3.1.3 Hal-hal yang terkait dengan karakteristik bahan

3.1.3.1

batas terendah dari perkiraan kekuatan hidrostatik pada 20 °C untuk 50 tahun (σ_{LPL})

kuantitas, dengan dimensi tegangan dinyatakan dalam megapascal, yang dapat dianggap sebagai bagian dari material, dan menunjukkan batas terendah sebesar 97,5 % dari perkiraan kekuatan hidrostatik pada temperatur 20 °C untuk 50 tahun dengan tekanan air internal

3.1.3.2

kekuatan minimum yang diperlukan (*minimum required strength*/MRS)

pembulatan ke bawah nilai σ_{LPL} terhadap nilai berikutnya yang lebih kecil dari seri R10 atau seri R20, tergantung pada nilai σ_{LPL}

CATATAN Seri R10 dan R20 adalah seri bilangan Renard yang sesuai dengan ISO 3 dan ISO 497.

3.1.3.3

tegangan desain (σ_s)

tegangan yang diizinkan, dinyatakan dalam megapascal, untuk penerapan tertentu diturunkan dengan membagi MRS dengan koefisien C dan pembulatan ke nilai lebih rendah berikutnya dalam seri R20

CATATAN Persamaan dinyatakan sebagai berikut:

$$\sigma_s = \frac{MRS}{C}$$

Keterangan:

σ_s : tegangan desain (MPa)
C : koefisien, tidak bersatuan
MRS : syarat kekuatan minimum (Mpa)

3.1.3.4

koefisien (perencanaan) pelayanan menyeluruh (C)

koefisien menyeluruh dengan nilai lebih besar dari 1, yang mempertimbangkan kondisi pelayanan termasuk juga komponen sistem perpipaan selain yang diwakili oleh batas kepercayaan yang terendah

3.1.3.5**laju alir massa alir lelehan (*melt mass-flow rate*/MFR)**

nilai yang berkaitan dengan viskositas dari bahan cair lelehan bahan pada temperatur tertentu dan beban terukur tertentu sesuai dengan ISO 1133 atau ASTM D 1238

3.2 Simbol

C	koefisien (desain) pelayanan menyeluruh
d_{em}	diameter luar rata-rata
$d_{em\ min}$	diameter luar minimum rata-rata
$d_{em\ max}$	diameter luar maksimum rata-rata
d_e	diameter luar pada setiap titik
d_n	diameter luar nominal
E	ketebalan dinding pada setiap titik dari fitting dan katup
e	ketebalan dinding pada setiap titik
e_m	ketebalan dinding rata-rata
e_{max}	ketebalan dinding maksimum (pada setiap titik)
e_{min}	ketebalan dinding minimum (pada setiap titik)
e_n	ketebalan dinding nominal
σ_{LPL}	batas kepercayaan lebih rendah dari 20 °C untuk 50 tahun
σ_s	tegangan desain

CATATAN Simbol d_e , e, e_{min} dan e_{max} dalam standar ini adalah setara dengan d_{ey} , e_y , e_{ymin} dan e_{ymax} , yang digunakan pada ISO 11922-1.

3.3 Singkatan

DN/OD	ukuran nominal yang terkait diameter luar
MFR	laju alir massa lelehan (<i>melt mass-flow rate</i>)
MRS	kekuatan minimum yang diperlukan (<i>minimum required strength</i>)
OIT	waktu induksi oksidasi (<i>oxidation induction time</i>)
PE	polietilena
PFA	tekanan operasi yang diizinkan (<i>allowable operating pressure</i>)
PN	tekanan nominal
S	seri pipa
SDR	rasio dimensi standar (<i>standard dimension ratio</i>)

4 Bahan**4.1 Bahan baku**

Bahan baku pipa dan fitting untuk saluran air minum terbuat dari material polietilena bermassa jenis tinggi, baik natural atau kompon.

4.1.1 Natural

Bahan polietilena natural yang digunakan sesuai dengan SNI 7593.

4.1.2 Kompon

Kompon dari produk yang dihasilkan harus dibuat dengan menambahkan bahan pengikat (additive) aditif yang diperlukan ke dalam polietilena untuk pembuatan dan penggunaan produk.

Semua bahan pengikat (additive) aditif harus tercampur merata.

CATATAN Komponen yang diproduksi dari bahan PE 63, PE 40, dan PE 32 tidak diatur dalam standar ini.

4.2 Warna

4.2.1 Umum

Bahan baku pipa air minum dari resin HDPE berwarna natural atau kompon berwarna biru atau hitam.

4.2.2 Natural

Pada pembuatan pipa dan fitting berbahan baku resin HDPE natural ditambahkan pigmen atau masterbatch berwarna biru atau hitam.

4.2.3 Kompon

Kompon dengan warna lain dan dari kompon-kompon yang tidak berwarna diizinkan untuk melapisi pipa, dilengkapi dengan bahan pelapis yang lain di bagian luar warna biru atau hitam (lihat SNI 4829.2, Lampiran A).

Karbon hitam yang digunakan dalam memproduksi kompon berwarna hitam harus memiliki ukuran partikel rata-rata (primer) sebesar 10 nm hingga 25 nm.

4.3 Penggunaan bahan hasil proses ulang dan daur ulang

Bahan bersih yang dikerjakan hasil proses ulang yang berasal dari pembuatan pipa di pabrik itu sendiri sesuai dengan spesifikasi natural HDPE atau kompon HDPE dapat digunakan jika bahan tersebut berasal dari bahan yang sama sebagaimana yang digunakan untuk produksi terkait. Bahan hasil proses ulang dan bahan daur ulang dari sumber eksternal tidak boleh digunakan.

4.4 Karakteristik fisik bahan baku

Bahan yang digunakan untuk pembuatan pipa, fitting, dan katup harus sesuai dengan Tabel 1 untuk bentuk butiran dan Tabel 2 dalam bentuk pipa.

CATATAN Informasi tentang ketahanan terhadap perambatan retak diberikan dalam Lampiran A..

Tabel 1 - Sifat bahan baku sebagai butiran

Karakteristik	Persyaratan ^a	Parameter uji		Metode pengujian
		Parameter	Nilai	
Natural				
Densitas	941 s.d. 965 kg/m ³	Temperatur uji	23 °C	ASTM D 792 atau ISO 1183-2
		Jumlah contoh uji	Sesuai ASTM D 792 atau ISO 1183-2	
Waktu induksi oksidasi	> 20 menit	Temperatur uji	200 °C ^e	ASTM D 3895 atau ISO 11357-6
		Jumlah benda uji ^b	3	
Angka <i>melt mass-flow rate</i> (MFR) untuk PE 80 dan PE 100	0,2 s.d.1,3 g/10 menit Maksimum deviasi 20 % dari nilai nominasi ^f	Beban	5 kg	ASTM D 1238 atau ISO 1133-1
		Temperatur uji	190 °C	
		Waktu	10 menit	
		Jumlah benda uji ^f	Sesuai ASTM D 1238 atau ISO 1133-1	
Kompon				
Densitas kompon	≥ 930 kg/m ³	Temperatur uji	23 °C	ISO 1183-2
		Jumlah contoh uji	Sesuai ISO 1183-2	
Kandungan karbon hitam (hanya kompon berwarna hitam)	(2 s.d. 2,5) % berat	Sesuai ISO 6964		ISO 6964
Dispersi karbon hitam (hanya kompon berwarna hitam)	≤ Kelas 3	Sesuai ISO 18553 ^c		ISO 18553
Dispersi pigmen (hanya kompon berwarna biru)	≤ Kelas 3	Sesuai ISO 18553 ^c		ISO 18553
Kandungan air ^d	≤ 300 mg/kg	Jumlah benda uji ^b	1	ISO 15512
Kandungan volatil	≤ 350 mg/kg	Jumlah benda uji ^b	1	DIN EN 12099
Waktu induksi oksidasi	≥ 20 menit	Temperatur uji	200 °C ^e	ISO 11357-6
		Jumlah benda uji ^b	3	
Angka <i>melt mass-flow rate</i> (MFR) untuk PE 80 dan PE 100	0,2 s.d.1,4 g/10 menit ^{fg} Maksimum deviasi 20 % dari nilai nominasi	Beban	5 kg	ISO 1133-1
		Temperatur uji	190 °C	
		Waktu	10 menit	
		Jumlah benda uji ^b	Sesuai ISO 1133-1	
<p>a Kesesuaian dengan persyaratan ini harus dibuktikan oleh produsen bahan baku.</p> <p>b Jumlah pengujian mengindikasikan kuantitas yang diperlukan untuk mencapai nilai bagi karakteristik yang diberikan pada tabel ini. Jumlah benda uji yang diminta untuk pengendalian produk dan proses di pabrik harus dicatat dalam rencana kualitas pabrik.</p> <p>c Dalam kasus sengketa, tiap uji untuk dispersi karbon hitam dan pigmen harus disiapkan dengan tata cara kompresi.</p> <p>d Hanya berlaku apabila kandungan volatile yang diukur tidak sesuai dengan persyaratan khusus. Dalam kasus sengketa, persyaratan untuk kandungan air berlaku. Persyaratan ini diterapkan bagi produsen bahan kompon pada tahapan produksi bahan kompon dan pengguna bahan kompon pada tahapan proses (jika kandungan air melebihi batas, pengeringan diperlukan sebelum bahan kompon digunakan).</p>				

Tabel 1 - Sifat bahan baku sebagai butiran (lanjutan)

Karakteristik	Persyaratan ^a	Parameter uji		Metode pengujian
		Parameter	Nilai	
e	Pengujian dapat dilaksanakan sebagai pengujian tidak langsung (<i>indirect test</i>) pada temperatur 210 °C asalkan ada hubungan yang jelas terhadap hasil pada temperatur 200 °C. Dalam kasus sengketa, temperatur uji harus 200 °C.			
f	Nilai nominasi yang diberikan oleh produsen bahan bahan baku.			
g	Material dengan nilai nominal $0,15 \leq \text{MFR} < 0,20$ dapat diperkenalkan. Pada kasus tersebut, tinjauan diarahkan pada kesesuaian fusi (lihat 4.5). Nilai MFR terendah yang dihasilkan dari nilai maksimum deviasi terendah tidak boleh kurang dari 0,15.			

Tabel 2 - Karakteristik bahan dalam bentuk pipa

Karakteristik	Persyaratan ^a	Parameter uji		Tata cara pengujian
		Parameter	Nilai	
Kandungan karbon hitam (hanya pipa berwarna hitam)	(2 s.d.2,5) % Berat	Sesuai ISO 6964		ISO 6964
Dispersi karbon hitam (hanya pipa berwarna hitam)	≤ Kelas 3	Sesuai ISO 18553 ^b		ISO 18553
Dispersi pigmen (hanya pipa berwarna biru)	≤ Kelas 3	Sesuai ISO 18553 ^b		ISO 18553
Kekuatan tarik untuk <i>butt-fusion</i> ^c	Uji kegagalan: elastisitas- lulus kerapuhan-gagal	Diameter pipa	110 mm	ISO 13953
		Rasio diameter pipa	SDR 11	
		Temperatur uji	23 °C	
		Jumlah benda uji ^d	Sesuai ISO 13953	
<i>Slow crack growth</i> pada pipa diameter 110 mm atau 125 mm	Tidak ada kegagalan selama pengujian	Temperatur uji	80 °C	ISO 13479
		Uji tekanan internal untuk:		
		PE 80	8,0 bar	
		PE 100	9,2 bar	
		Periode uji	500 jam	
		Jenis uji	Air dalam air	
		Jumlah benda uji ^d	Sesuai ISO 13479	
Dampak terhadap kualitas air	Sesuai dengan <i>peraturan berlaku</i>			
Ketahanan terhadap cuaca ^f	Pengujian terhadap cuaca harus termasuk:	Radiasi solar kumulatif	≥ 3,5 GJ/m ² ^d	ISO 16871
a) Dekohesi dari sambungan <i>electrofusion</i>	Persentase dari gagal brittle: ≤ 33,3 %	Temperatur	23 °C	ISO 13954
		Prosedur rakitan	^f	
b) Elongasi pada saat berhenti (<i>elongation at break</i>)	Sesuai SNI 4829.2, Tabel 5			ISO 6259-1
c) kekuatan hidrostatik pada 80 °C	Sesuai SNI 4829.2, Tabel 3			ISO 1167-1

Tabel 2 - Karakteristik bahan dalam bentuk pipa (lanjutan)

Karakteristik	Persyaratan ^a	Parameter uji		Tata cara pengujian
		Parameter	Nilai	
CATATAN 1 bar 0,1 MPa 10 ⁵ N/m ² ; 1 MPa = 1N/mm ²				
^a	Kesesuaian dengan persyaratan ini harus dibuktikan oleh produsen bahan baku.			
^b	Dalam kasus sengketa, tiap uji untuk dispersi karbon hitam dan pigmen harus disiapkan dengan tata cara kompresi.			
^c	Persiapan untuk contoh sesuai dengan ISO 11414, kondisi normal di 23 °C.			
^d	Jumlah pengujian mengindikasikan kuantitas yang diperlukan untuk mencapai nilai bagi karakteristik yang diberikan pada tabel ini. Jumlah benda uji yang diminta untuk pengendalian produk dan proses di pabrik harus dicatat dalam rencana kualitas pabrik.			
^e	Nilai 3,5 GJ/m ² menunjukkan terpaan tahunan dari sinar matahari sekitar 50° dari lintang.			
^f	Hanya untuk bahan kompon biru.			
^g	Untuk ditetapkan sesuai dengan ISO 13954.			

4.5 Kesesuaian fusi

Berikut penerapannya:

- produsen bahan harus menunjukkan bahwa setiap bahan yang sesuai dengan Tabel 1 dapat menyatu dengan menguji kekuatan tarik dari sambungan butt fusion pipa yang dibuat dari bahan yang sesuai dengan Tabel 2;

Untuk material $0,15 \leq \text{MFR} < 0,20$, kesesuaian fusi dari pipa berdinding besar dengan diameter lebih besar harus diselidiki untuk mengkonfirmasi kesesuaian. Jika elektrofusi digunakan, pengujian yang sesuai harus dilakukan untuk memverifikasi kemampuan fusi dari pipa tersebut.
- bahan yang sesuai dengan Tabel 1 dianggap dapat menyatu satu sama lain, dan berdasarkan permintaan maka produsen bahan harus menunjukkan bahwa bahan hasil produknya terkait dengan pengujian kekuatan tarik sambungan butt fusion, yang sesuai dengan Tabel 2.

4.6 Klasifikasi dan penamaan

Bahan harus dinyatakan dengan tipe materialnya (PE) dan tingkat tegangan minimum yang diperlukan (MRS) sesuai dengan Tabel 3.

Bahan harus mempunyai MRS sama dengan nilai yang ditentukan dalam Tabel 3. Nilai MRS dan klasifikasi bahan harus berasal dari σ_{LPL} sesuai dengan ISO 12162. Nilai σ_{LPL} harus ditentukan oleh analisis, sesuai dengan ISO 9080, dan tes kekuatan hidrostatik sesuai dengan ISO 1167-1.

Dalam penentuan kekuatan hidrostatik jangka panjang dari bahan PE 100 sesuai dengan ISO 9080, bahan tidak dapat diterima bila terdeteksi lekukan pada kurva ekstrapolasi 80 °C sebelum 5 000 jam.

Klasifikasi bahan sesuai ISO 9080 harus dapat dibuktikan dengan sertifikat oleh produsen bahan.

CATATAN Bila fitting pipa diproduksi dari bahan yang sama dengan pipa, maka klasifikasi bahan akan sama seperti untuk pipa.

Ketika bahan hanya akan digunakan untuk pembuatan fitting pipa, maka bahan tersebut harus menggunakan tata cara pengujian sesuai ISO 1167-2.

Tabel 3 — Tipe material PE dan nilai tegangan desain maksimum

Tipe material PE	Kekuatan minimum yang diperlukan (MRS) MPa	σ_s MPa
PE 100	10,0	8,0
PE 80	8,0	6,3

Tegangan desain, σ_s , berasal dari MRS yang diaplikasikan pada koefisien pelayanan keseluruhan sesuai desain, $C = 1,25$

CATATAN Nilai C yang lebih besar dapat digunakan, misalnya $C = 1,6$, sehingga tegangan desain untuk material PE 80 menjadi 5,0. Nilai C yang lebih besar juga diperoleh dengan pemilihan kelas PN yang lebih tinggi.

5 Dampak pipa yang digunakan terhadap kualitas air

Ketika digunakan sesuai dengan kondisi yang direncanakan, material yang berhubungan dengan, atau mungkin akan berhubungan dengan air minum tidak boleh menyebabkan bahaya beracun, pertumbuhan mikroba dan menimbulkan rasa tidak enak, bau, keruh, atau perubahan warna air.

Konsentrat substansi, bahan kimia dan unsur biologi dari material yang kontak dengan air minum, serta hasil pengukuran parameter organoleptik/fisika yang terkait, tidak boleh melebihi nilai maksimum yang diregulasikan oleh Pemerintah.

Lampiran A
(informatif)
Koefisien pengurangan tekanan

Ketika sebuah sistem perpipaan PE akan dioperasikan pada temperatur konstan terus menerus lebih tinggi dari 20 °C dan sampai 40 °C, pengurangan koefisien tekanan seperti yang diberikan pada Tabel A.1 mungkin dapat diaplikasikan untuk PE 80 dan PE 100.

Table A.1 - Koefisien pengurangan tekanan untuk PE 80 dan PE 100

Temperatur ^{a, b} °C	Koefisien (ft)
20	1,00
30	0,87
40	0,74
CATATAN Kecuali analisis sesuai dengan ISO 9080 diberlakukan pengurangan, maka diterapkan faktor-faktor yang lebih tinggi dan tekanan yang lebih tinggi.	
^a Untuk temperatur lainnya antara setiap langkah, interpolasi diperkenankan (lihat juga ISO 13761).	
^b Untuk temperatur yang lebih tinggi, konsultasikan dengan produsen bahan baku.	

CATATAN Tekanan operasi yang diizinkan (PFA) berasal dari persamaan berikut:

$$PFA = f_T \times f_A \times PN \text{ [bar]}$$

Keterangan:

f_T : koefisien berdasarkan Tabel A1;

f_A : faktor *derating* (atau faktor *uprating*) yang terkait dengan aplikasi (untuk mengalirkan air $f_A = 1$);

PN : tekanan nominal (bar).

Lampiran B
(informatif)
Ketahanan terhadap perambatan retak cepat

B.1 Umum

Perambatan retak cepat (RCP) adalah timbulnya retak karena tingkat kekenyalan yang rendah yang berjalan dengan kecepatan tinggi (kira-kira 300 m/detik) di sepanjang jalur pipa bertekanan. Perambatan atau penahanan retak tergantung pada energi regangan pada ujung retakan, yang dipengaruhi oleh tekanan internal cairan, yang pada gilirannya dipengaruhi oleh laju karena dekompresi cairan.

Patahan terjadi pada perpipaan yang mengalirkan air berbeda dengan patahan pada perpipaan yang berisi udara atau gas. Perambatan retak cepat pada perpipaan yang mengalirkan air lebih lambat dibandingkan yang terjadi pada perpipaan yang mengalirkan gas atau udara. Pengujian skala penuh (FS) dan RCP S4 pada pipa air telah menunjukkan bahwa penjaralan tidak terjadi ketika pipa sudah benar-benar terisi ^[6]. Namun, pengujian pada pipa berdiameter besar yang mengandung air dan udara pada temperatur rendah ($< 3^{\circ}\text{C}$) telah menunjukkan bahwa retak bisa merambat di bagian atas pipa yang mengandung kantong udara, tekanan yang lebih tinggi akan meningkatkan perambatan ^[6], ^[7]. Peningkatan perambatan retak cepat akan berkurang dengan mengurangi udara yang terperangkap. Sehingga dapat disimpulkan bahwa risiko dari fenomena ini terjadi pada pipa air sangat rendah dan membutuhkan kondisi kebetulan tertentu, misalnya awal perambatan retak cepat yang muncul pada lokasi kantong udara dalam pipa berdiameter besar yang beroperasi pada tekanan yang tinggi dan dalam kondisi temperatur rendah.

Dalam pengembangan standar Eropa bagi pipa PE untuk air, ^[8], ^[9], telah disimpulkan bahwa RCP hanya perlu diperhitungkan untuk pipa dengan ketebalan dinding > 32 mm. Pengujian telah menunjukkan bahwa kebanyakan senyawa pipa modern yang tahan terhadap RCP dan memiliki ketahanan yang tinggi untuk memperlambat pertumbuhan retak, sangat mengurangi risiko awal keretakan. Kondisi dan contoh-contoh persyaratan dapat ditemukan pada acuan ^[8] dan ^[9].

B.2 Permulaan

Permulaan RCP merupakan hasil dari dampak kerusakan, pertumbuhan retak melalui dinding atau celah berkembang dari pengelasan fusi yang buruk bertepatan dengan kondisi pengoperasian dan lingkungan.

Fenomena RCP telah dilaporkan dalam perpipaan dari bahan yang berbeda, termasuk baja dan juga sistem perpipaan plastik.

B.3 Parameter yang mengatur propagasi/penangkapan

Parameter yang menyebabkan permulaan dari RCP adalah:

- a. tekanan internal,
- b. temperatur perpipaan,
- c. laju dekompresi dari cairan yang dialirkan (lihat B.1), dan
- d. patahan dari material pipa.

B.4 Tata cara uji

Kerentanan pipa terhadap peningkatan RCP pada bahan dipengaruhi oleh peningkatan diameter pipa dan ketebalan dinding. Fenomena ini masih eksperimental untuk menyusun desain dengan tujuan menghilangkan risiko. Cara uji baku telah dipublikasikan untuk pipa PE: ISO 13477 untuk cara uji S4 dan ISO 13478 untuk cara uji FS.

Pengujian-pengujian ini membutuhkan kondisi ekstrim untuk memulai perambatan keretakan cepat misalnya dengan membuat takik tajam dalam pipa uji dan dampak dengan pisau tajam, serta, dalam kasus pengujian skala penuh, dilakukan pendinginan pipa sampai temperatur -70°C .



Lampiran C
(informatif)
Deviasi teknis dan penjelasannya

Tabel C.1 – Deviasi teknis dan penjelasannya

Uraian/Pasal/Subpasal	ISO	SNI
2 Acuan normatif	-	SNI 7593, <i>Polietilena massa jenis tinggi (high density polyethylene/HDPE) untuk bahan baku pipa air minum.</i>
	ISO 4427-2:2007, <i>Plastics piping systems — Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply — Part 2: Pipes</i>	SNI 4829.2, <i>Sistem perpipaan plastik – Pipa polietilena (PE) dan fitting untuk sistem penyediaan air minum - Bagian 2: Pipa</i>
	-	ASTM D 1238, <i>Melt Flow Rates of Thermoplastics by Extrusion Plastometer.</i>
	EN 12099, <i>Plastics piping systems — Polyethylene piping materials and components — Determination of volatile content</i>	DIN EN 12099, <i>Plastics piping systems — Polyethylene piping materials and components — Determination of volatile content.</i>
	ISO 4427-3:2007, <i>Plastics piping systems — Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply — Part 3:Fittings</i>	Dihilangkan karena tidak diacu dalam dokumen.
	ISO 4427-5:2007, <i>Plastics piping systems — Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply — Part 5:Fitness for purpose of the system</i>	Dihilangkan karena tidak diacu dalam dokumen.
	<i>Guidelines for drinking water quality, Volume 1: Recommendations, WHO, Geneva, 1984</i>	Dihilangkan karena tidak diacu dalam dokumen.
	EC Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption, <i>Official Journal of the European Communities</i>	Dihilangkan karena tidak diacu dalam dokumen.

Tabel C.1 – Deviasi teknis dan penjelasannya (lanjutan)

Uraian/Pasal/Subpasal	ISO	SNI
3.1.1.4 diameter luar pipa pada setiap titik pengukuran (d_e)	value of the measurement of the outside diameter through its cross-section at any point of the pipe rounded to the next greater 0,1 mm	hasil pengukuran setiap diameter luar pada suatu penampang pipa (dibulatkan menjadi satu angka dibelakang koma), dalam millimeter Definisi disesuaikan dengan SNI 06-0084-2002, <i>Pipa PVC untuk saluran air minum</i> .
3.1.1.17 kompon	-	menambahkan definisi kompon
4.1 Bahan baku	4.1 Compound The compound from which the products are produced shall be made by adding to the polyethylene base polymer only those additives necessary for the manufacture and end use of the products, in accordance with the applicable parts of ISO 4427. All additives shall be uniformly dispersed. NOTE Components manufactured from PE 32 materials are not covered by ISO 4427.	4.1 Bahan baku Bahan baku pipa dan fitting untuk saluran air minum terbuat dari material polietilena bermasa jenis tinggi, baik natural atau kompon.
4.1.1 Natural	-	Menambahkan bahan baku natural
4.1.2 Kompon		Menambahkan persyaratan kompon
4.2.1 Umum	4.2.1 General The colour of the compound Other colours and non-pigmented compounds are permitted for coated pipe, provided the outer coating layer material is either blue or black (see ISO 4427-2:2007, Annex B).	4.2.1 Umum Bahan baku pipa air minum dari resin HDPE berwarna natural atau kompon berwarna biru atau hitam.
4.2.2 Natural	-	Menambahkan warna natural

Tabel C.1 – Deviasi teknis dan penjelasannya (lanjutan)

Uraian/Pasal/Subpasal	ISO	SNI
4.2.3 Kompon	<p>4.2.2 Black compound</p> <p>The carbon black used in the production of black compound shall have an average (primary) particle size of 10 nm to 25 nm.</p>	<p>4.2.3 Kompon</p> <p>Kompon dengan warna lain dan dari kompon-kompon yang tidak berwarna diizinkan untuk melapisi pipa, dilengkapi dengan bahan pelapis yang lain di bagian luar warna biru atau hitam (lihat SNI 4829.2, Lampiran A).</p> <p>Karbon hitam yang digunakan dalam memproduksi kompon berwarna hitam harus memiliki ukuran partikel rata-rata (primer) sebesar 10 nm hingga 25 nm.</p> <p>CATATAN Penggunaan bahan kompon hitam harus dapat dibuktikan dengan <i>Certificate of Analysis</i> (COA) dari produsen kompon.</p>
4.6 Klasifikasi dan penamaan	The classification of the compound in accordance with ISO 9080 shall be certified by the compound producer.	Klasifikasi bahan harus dapat dibuktikan dengan <i>Certificate of Analysis</i> (COA) dari produsen bahan dan mendapatkan sertifikat PE 100.
Tabel 1 - Sifat bahan baku sebagai butiran	-	Menambahkan sifat bahan baku natural
	-	Memodifikasi metode uji yang digunakan
Tabel 2 - Karakteristik bahan dalam bentuk pipa	Parameter PE 40 dan PE 63 dan nilainya	Dihilangkan karena tidak diproduksi
	Parameter PE 63 dan nilainya	dihilangkan karena tidak diproduksi
	-	Penambahan karakteristik Kandungan karbon hitam (hanya pipa berwarna hitam), Dispersi karbon hitam (hanya pipa berwarna hitam), Dispersi pigmen (hanya pipa berwarna biru)
	-	Dalam kasus sengketa, tiap uji untuk dispersi karbon hitam dan pigmen harus disiapkan dengan tata cara kompresi.

Tabel C.1 – Deviasi teknis dan penjelasannya (lanjutan)

Uraian/Pasal/Subpasal	ISO	SNI
Tabel 3 – Tipe material PE dan nilai tegangan desain maksimum	Parameter PE 40 dan PE 63 dan nilainya	dihilangkan karena tidak diproduksi
5 Dampak pipa yang digunakan terhadap kualitas air	The concentrates of substances, chemicals and biological agents leached from materials in contact with drinking water, and measurements of the relevant organoleptic/physical parameters, shall not exceed the maximum values recommended by the World Health Organization (WHO) or as required by EC Council Directive 98/83/EC, whichever is the more stringent in each case. Attention is also drawn to the requirements of national regulations (see also the Introduction).	Konsentrat substansi, bahan kimia dan unsur biologi dari material yang kontak dengan air minum, serta hasil pengukuran parameter organoleptik/fisika yang terkait, tidak boleh melebihi nilai maksimum yang diregulasikan oleh <i>Pemerintah</i> .
Lampiran A	<i>For coefficients for PE 40 and PE 63, refer to ISO 13761</i>	Kalimat dihilangkan karena tidak diproduksi
Bibliografi	-	[11] SNI 06-0084-2002, <i>Pipa PVC untuk saluran air minum</i>

Bibliografi

- [1] ISO 497:1973, *Guide to the choice of series of preferred numbers and of series containing more rounded values of preferred numbers*
- [2] ISO 11922-1, *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids – Dimension and tolerances – Part 1 : Metric series*
- [3] ISO 13477, *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids — Determination of resistance to rapid crack propagation (RCP) — Small-scale steady-state test (S4 test)*
- [4] ISO 13478, *Thermoplastics pipes for the conveyance of fluids — Determination of resistance to rapid crack propagation (RCP) — Full-scale test (FST)*
- [5] Greig, M., *Rapid crack propagation in hydrostatically pressurized polyethylene pipe, Plastics and Rubber Institute Plastics Pipe VII Conference, September 1988*
- [6] GREENSHIELDS, C.J., *Fast brittle fracture of plastics pipes — Part 1: Water pressurised, plastics, rubber and composites processing and applications, 1997, Vol. 26, No. 9, p. 387*
- [7] EN 12201-1, *Plastics piping systems for water supply — Polietilena (PE) — Part 1: General*
- [8] EN 13244-1, *Plastics piping systems for buried and above ground pressure systems for water for general purposes, drainage and sewerage – Polietilena (PE) — Part 1: General*
- [9] CEN/TS 12201-7, *Plastics piping systems for water supply — Polietilena (PE) — Part 7: Guidance for the assessment of conformity*
- [10] CEN/TS 13244-7, *Plastics piping systems for buried and above-ground pressure systems for water for general purposes, drainage and sewerage — Polietilena (PE) — Part 7: Guidance for the assessment of conformity*
- [11] SNI 06-0084-2002, *Pipa PVC untuk saluran air minum*